



УДК 004.822:514

Модели и методы интеграции информационных и вычислительных ресурсов

Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л.*

Национальный Технический Университет Украины «Киевский Политехнический Институт», г. Киев, Украина

rinan@ukr.net

lgloba@its.kpi.ua

В работе показан подход к построению функционального интернет-портала знаний, решены проблемы качественного представления информации на портале, а также рассмотрены вопросы интеграции информационных и вычислительных ресурсов портала.

Ключевые слова – портал, представление знаний, расчетные задачи, онтология, модель, бизнес процессы.

ВВЕДЕНИЕ

Для повышения эффективности доступа к инженерным знаниям за счет создания специализированного Интернет-портала инженерных знаний необходимо решить следующие задачи [Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л., 2010], [Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л., 2011]:

- Качественное представление знаний на портале
- Систематизация и структуризация информации
- Формализация инженерных знаний
- Эффективный содержательный поиск
- Описание сервисов, используемых для решения расчетных задач на портале.

В процессе анализа и решения описанных выше задач возникли три главные проблемы создания портала знаний в области прочности материалов:

- Построение качественной модели представления знаний на портале;
- Описание связности элементов функционирования портала;
- Организация правильной последовательности задействования (активации) элементов функционирования портала.

Также необходимо учесть, что важной особенностью портала является интеграция информационных и вычислительных ресурсов в структуру портала, для чего необходимо корректно определить и задать взаимосвязь и взаимодействие знаний и данных, их хранилищ и сервисов, реализующих поиск, расчет и различные вычисления, доступные пользователю на портале.

1. Модели и методы портала

Структуризация и систематизация информации доступной на портале осуществляется с помощью построения **онтологической модели представления знаний, формализация элементов функционирования портала**(вычислительных и информационных ресурсов)– с помощью **теории множеств и алгебры логик**, а реализация *правильной последовательности действий и активации элементов портала*– с помощью **моделирования бизнес процессов (рабочих процессов и потоков данных)**

Структуризация и систематизация информации (онтология)

Важным этапом построения портала является структуризация и систематизация информации и знаний в области прочности материалов, что позволит конечному пользователю осуществлять просмотр и поиск конкретных сведений в рассматриваемой сфере. Структуризация и размещение на портале организуется удобным для конечного пользователя образом, реализуя проблемно-ориентированные средства навигации и поиска по информационному пространству портала. При этом поиск информации организован так, что пользователь имеет возможность задавать запрос не только и не столько по ключевым словам, сколько в знакомых ему терминах предметной области портала [Андреева О.А. и др., 2006].

Бизнес процессы

В результате использования моделей бизнес процессов стало возможным определить последовательность взаимодействия и кооперации данных и сервисов, информационных и вычислительных ресурсов, баз данных и баз знаний портала, задействованных при его

функционировании [Август-Вильгельм Шеер, 2000].

Важное место в анализе процессов, происходящих на портале во время его функционирования, занимают выявление, описание и представление взаимосвязанности сервисов, которые реализуют различные вычислительные задачи, такие как: моделирование, построение, подбор материала по определенному критерию, выбор материала по заданным пользователем характеристикам. Также, необходимо определить механизм связывания информационных и вычислительных ресурсов. Одним из самых важных требований является идентификация последовательности активации операций, инициализируемых различными запросами пользователей портала. Определение правильной последовательности позволит:

- Улучшить качество выполнения вычислительных задач (поиска данных и сервисов для реализации различных вычислительных задач).
- Повысить эффективность поиска информации
- Максимизировать скорость связывания различных компонентов портала.

Построение моделей бизнес-процессов интернет портала в области прочности материалов позволяет понять и правильно определить взаимосвязь и кооперацию данных и сервисов, которые используются в поисковых запросах и вычислительных задачах, реализуемых на портале. С точки зрения бизнес моделирования функциональность портала полностью описывается с помощью диаграммы Вариантов Использования нотации UML, а связность и последовательность инициализации различных элементов портала определяется с помощью диаграмм кооперации и диаграммы последовательности.

С помощью анализа и моделирования бизнес процессов портала осуществляется реализация правильной последовательности взаимодействия сервисов и хранилищ данных.

Формальное описание

После построения онтологической модели, а также моделей бизнес процессов портала было проведено формальное описание элементов моделей, для определения формальных структур, которые в дальнейшем будут использоваться при проектировании портала и построении программного обеспечения для реализации портала. При формальном описании использовалась теория множеств и алгебра логик [Александров П. С., 1977], [Загорюлько Ю.А. и др., 2007].

Приведем пример формального описания части онтологии портала, которая задает структуры для описания инженерные знания в рассматриваемой предметной области. Формально данная онтология описывается как $O_3 = \{C_{O_3}, A_{O_3}, R_{O_3}, T_{O_3}, F_{O_3}, D_{O_3}\}$ [Загорюлько Ю.А. и др., 2007], где

C – множество классов, описывающих понятия некоторой предметной или проблемной области $C_{O_3} = \{C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, \dots\}$;

A – множество атрибутов, описывающих свойства понятий и отношений

$A_{O_3} = (A_{C_1}, A_{C_2}, A_{C_3}, A_{C_4}, A_{C_5})$;

R – множество отношений, заданных на классах, $R = \{R_{AS}, R_{LA}, R_n, R_{CD}\}$ – существуют отношения следующих типов: R_{AS} – ассоциативное отношение, R_{LA} – отношение «часть-целое», R_n – отношение наследования, R_{CD} – отношение «класс-данные» $R_{O_2} = (R_{AS_1}(O_3), \dots, R_{AS_6}(O_3), R_{LA_1}(O_3), R_{n_1}(O_3), \dots, R_{CD_1}(O_3), \dots, R_{CD_5}(O_3))$;

T – множество стандартных типов значений атрибутов (string, integer, real, date);

F – множество ограничений на значения атрибутов понятий и отношений (используется не для всех атрибутов, а лишь для тех значения которых должны лежать в некоторой области, не могут быть меньше/больше заданной величины, либо определяются, каким либо другим правилом. Так, например, на значение атрибута дата начала класса мероприятия онтологии инженерной деятельности накладывается ограничение, $T(\text{дата}) = \text{date}$, $F(T) > 0$.);

D – множество экземпляров классов

Таким образом, онтология портала представляет собой иерархию понятий (или классов), связанных отношениями. Различные свойства каждого понятия описываются на основе атрибутов понятий и ограничений, наложенных на область их значений. Рассматриваемая онтология включает следующие классы понятий:

Исследовательское оборудование - $C_5(O_3)$,

Метод исследования - $C_1(O_3)$,

Объект исследования - $C_2(O_3)$,

Результат исследования - $C_3(O_3)$,

Назначение исследования - $C_4(O_3)$.

На классах данной онтологии реализованы следующие отношения:

Ассоциативные отношения $R_{AS}(Q) = \{C_i(Q) \times C_j(Q)\}$:

отношение «применяется к» - связывает метод и тип объектов исследования, к которым он применяется - $R_{AS_3} = \{C_1(O_3) \times C_2(O_3)\}$, аналогично формально описаны еще 4 отношения:

$R_{AS_4} = \{C_1(O_3) \times C_5(O_3)\}$, $R_{AS_5} = \{C_4(O_3) \times C_1(O_3)\}$, $R_{AS_6} = \{C_3(O_3) \times C_5(O_3)\}$, $R_{AS_7} = \{C_3(O_3) \times C_2(O_3)\}$.

Структурные отношения («общее-частное»)

$R_{LA}(O_3) = C_k(O_3) \subset C_m(O_3)$: - описывается связь между классом Исследовательское оборудование и установки для проведения опытов разного типа, измерительное оборудование, криогенное оборудование, тепловые установки.

$C_5 \subset C_{5_1} \wedge C_{5_2} \wedge C_{5_3} \wedge C_{5_4}$.

Отношение наследования

$R_n(O_3) = a_i, r_i | A_{C_{O_3}}(O_3) \rightarrow a_i, r_i | A_{C_i}(O_3)$ - используется для передачи атрибутов и отношений от родительского класса к дочернему: Класс Исследовательское оборудование его подклассы установки для проведения опытов разного типа, измерительное оборудование, криогенное оборудование, тепловые установки.

$A(C_5), R(C_5) \rightarrow A(C_{5_1}), R(C_{5_1})$, $A(C_5), R(C_5) \rightarrow A(C_{5_2}), R(C_{5_2})$, $A(C_5), R(C_5) \rightarrow A(C_{5_3}), R(C_{5_3})$, $A(C_5), R(C_5) \rightarrow A(C_{5_4}), R(C_{5_4})$.

Отношения «класс-данные»

$R_{CD}(O_3) = C_j(O_3) \subseteq D_i(O_3)$: - используется для связки

конкретных экземпляров понятий с классом, оно актуально для всех классов данной онтологии: $C_1(O_3) \subseteq D$, $A_{C_1} \subseteq A_D$, $C_2(O_3) \subseteq D$, $A_{C_2} \subseteq A_D$, $C_3(O_3) \subseteq D$, $A_{C_3} \subseteq A_D$, $C_4(O_2) \subseteq D$, $A_{C_4} \subseteq A_D$, $C_5(O_3) \subseteq D$, $A_{C_5} \subseteq A_D$.

Таким образом, после построения онтологии портала, все ее классы получили формальное описание, что также оптимизирует организацию содержательного поиска по онтологии портала.

2. Онтология расчетных задач

Как уже было сказано, важное место в построении портала занимает интеграция расчетных задач, которых существует огромное количество и которые занимают важное место при проведении исследований в рассматриваемой предметной области. Существует необходимость корректно внедрить реализацию этих расчетных задач в информационную среду портала.

В процессе разработки онтологической модели портала были выделены 4 базовые онтологии: онтология инженерной деятельности, онтология инженерного знания, онтология инженерных расчетов и онтология предметной области. Онтология инженерных расчетов (ОИР) была выделена для описания расчетных возможностей, реализованные на портале. После анализа в ОИР были выделены следующие классы: Расчет, Результат, Сервис, Параметры. Данные классы связаны отношениями различных типов. Свойства и характеристики каждого понятия описываются с помощью атрибутов понятий и ограничений, наложенных на область значений.

ОИР играет важную роль при построении общей онтологии портала. С ее помощью становится возможным описать не только доступные пользователю на портале расчетные задачи, такие как сервисы вычислений, но и установить связи между конкретными сервисами (набором сервисов) для реализации конкретных бизнес-процессов, а также связи сервисов с информационными ресурсами, что необходимо для решения производственных задач пользователя. Однако вопрос об оптимизации этих связей остается нерешенным. В зависимости от параметров заданных пользователем и тематике расчетной задачи она может идти по тому, или иному алгоритму. Также при построении реальных инженерных задач, используется их декомпозиция на подзадачи, которые в зависимости от направленности общей задачи и параметров, которые используются при расчете, могут компоноваться в общую задачу динамически, и одна подзадача, может использоваться в нескольких общих задачах. Исходя из этого, необходимо учесть и описать логику связности расчетных задач. Таким образом, возникает необходимость в метамодели расчетных задач. На рисунке 1 представлена модель интеграции расчетных задач в среду портала. Становится понятным, что онтология расчетных задач служит для определения структур для расчетных задач, а для связи непосредственно

расчетных задач с физическим уровнем (информационными ресурсами, хранилищами данных и знаний, сервисами) нужна модель, которая будет играть роль некоего интегрирующего звена.

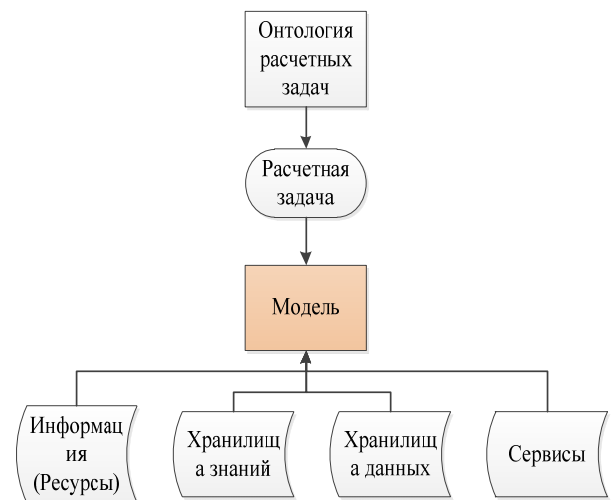


Рисунок 1 – Методология интеграции расчетных задач в пространство портала

МОДЕЛЬ РАСЧЕТНЫХ ЗАДАЧ

Поскольку главным отличием предложенного портала от других является наличие в его функционале возможности реализации различных расчетных задач, то важным этапом проектирования портала является выбор моделей и методов анализа связности и последовательности активации элементов функционирования портала (сервисы, данные, информационные ресурсы, хранилища данных). Интеграция вычислительных ресурсов в информационную среду портала предполагает решение следующих задач:

- описание элементов функционирования портала;
- описание последовательности действий при активации элементов;
- описание связности элементов.

Указанные выше требования предложено решить следующим образом:

- создание метаописаний для каждого элемента функционирования портала;
- алгоритмизация процессов происходящих на портале в процессе его функционирования;
- описание связей между элементами с использованием теории множеств.

Расчетные задачи: $\text{Расч} = \{\text{Расч}_1, \text{Расч}_2, \dots, \text{Расч}_n\}$. $\text{Расч}_j = \sum \text{Расч}_i, i=1, k$ j-й - расчет состоит из суммы расчетов. $\text{Расч}_j = \{\sum M_j, \sum P_j, \sum S_j\}$ - модель каждого расчета включает (каждый расчет характеризуется) множество компонент - набор некоторых мета-описаний, набор некоторых алгоритмов и набор некоторых логических связей.

Первым элементом метамодели являются *метаописания*, они используются для описания расчетов, их идентификации. Учитывая мета-описания можно строить уровни иерархии для расчетов, а также определять какой подрасчет к

какому расчету относится. Например: для расчета на устойчивость будут актуальными следующие мета-описания: Параметры, Нагрузки, Предельные состояния, Принципы оценок, и т.д.[Временные нормы расчета на прочность]

Таким образом, за счет этого элемента метамодели расчетных задач устанавливается жесткая иерархия и принадлежность на уровне мета-описаний (Определенное мета-описание отвечает за определенный параметр).

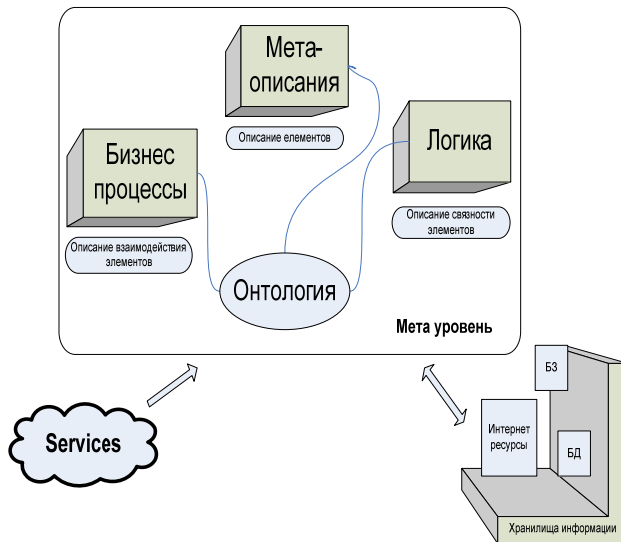


Рисунок 2 – Мета-модель расчетных задач

Алгоритмизация определяет последовательность, заданную по иерархии подрасчетов в общем расчете и по очереди выполнения работ в расчете. Например: Расчет «Коэффициент снижения прочности сварными швами» состоит из следующих подрасчетов:

- «Определение коэффициента снижения прочности»,
- «Определение расстояния от края любого отверстия до оси сварного шва»,
- и является подрасчетом расчета «Выбор основных параметров» который в свою очередь включает:
- «Определение размеров корпусов катушек реакторов с арочным распором»,
- «Коэффициент снижения прочности сварными швами»,
- «Фланцы, нажимные кольца и крепежные детали»; этот расчет также является подрасчетом общего расчета «Расчет на прочность силовых элементов магнитных систем ИТЭР». [А. С. Зубченко, 2001]

В алгоритме устанавливается жесткая последовательность действий (Расчет А - Р_1: 1,2; 1:1.1, 1.2, 1.3, 2: 2.1, 2.2, 2.3, 2.4). Таким образом, алгоритмизация это организация реализации правильной последовательности взаимодействия в расчете.

Третьим элементом модели является логика, она позволяет, описывая формально расчеты, их мета-

описания с помощью теории множеств, алгебры логик, задавать правила для связности. Логика – описание связности (динамичность изменения связи элементов один с другим и какой расчет с каким связывать): подтягивается «на ходу» (не жесткая привязка расчет- расчет), не «вертикальная» последовательность (выбор расчетов для задействования в данном из пространства, а не по вертикали).

Приведем примеры разных типов связности по логике:

а) В зависимости от «*принципов оценок*» - мета-описания (*по различным предельным состояниям*) подрасчеты компоуются в общий расчет. Можно определить какие именно расчеты подтягивать.

Например: если в мета-описании есть какая-то из принципов оценок (кратковременное разрушение, пластическая деформация и т.д.), то это «Расчет на прочность силовых элементов магнитных систем ИТЭР.»

б) В зависимости от того, какие параметры учитывать, подгружается тот или иной расчет (для общего расчета подтягиваются подрасчеты, для подрасчетов определяется общий расчет, этапами которого они являются)

Например: если в мета-описании есть какой-то из параметров (нагрузки разных видов: пондеромоторные, силовые), то это расчет по выбору основных параметров – «Расчет на прочность силовых элементов магнитных систем ИТЭР»

с) В зависимости от методов положенных в основу расчета употребляются те, формулы, которые необходимы. (методы можно определить по соответствию предельным состояниям)

Например: есть предельное состояние *вязкое разрушение* – значит это метод предельных нагрузок – он используется при расчете по выбору основных параметров.

Каждому расчету ставится в соответствие мета-описания (не только стандартные, но и специфичные, для предметной области), в результате чего эти мета-описания описывают формально каждый расчет и позволяют определить какой сервис использовать при наличии определенного мета-описания.

СЕРВИСЫ

Для реализации определенных расчетных задач использовались различные сервисы [AnArchitectureforDifferentiatedServices]. Далее приведено модель сервисов и их краткое описание.

При построении портала использовались следующие *виды сервисов*:

- Внешние (общие) – относящиеся к общей работе (общим функциям) портала
- Внутренние (частные) / ориентирование на специфичные задачи – сервисы, использующиеся в

специфических (присущих именно этому portalу) заданиях

Общие сервисы

- Сервис поиска (для реализации функции стандартного поиска, для поиска данных, для поиска расчетных задач, для поиска сервисов реализующих расчетные задачи)
- Сервис просмотра (для просмотра информации)
- Сервисы отображения (информация представлена в различных видах – диаграммы, текстовые файлы, таблицы, и . д.)
- Сервис обработки входных данных (для подхвата введенной пользователем информации)
- Сервис передачи информации (для передачи информации после ее обработки – например, после выполнения определенных расчетных задач, либо для передачи информации из хранилищ после ее нахождения сервисом поиска, и т.д.)
- Сервис извлечения (для извлечения информации из хранилищ)
- Сервис авторизации/аутентификации
- Сервис подключения интернет ресурсам (portal предоставляет возможность пользователю работать с информацией, размещенной на других сайтах, библиотеках, и т.д.)



Рисунок 3 – Модель сервисов portalа

Частные сервисы

- Сервисы расчетных задач (специфические не стандартные сервисы, которые используются при реализации расчетных задач portalа)
 - сервис 1 (для расчетной задачи 1)
 - сервис 2 (для расчетной задачи 2)
 - сервис 3 (для расчетной задачи 3)
- Вычислительные сервисы (сервисы, которые используются для расчетов - калькуляции)
- Сервисы подбора (реализующие следующие функции portalа: подбор материала по заданному пользователем свойствам/характеристикам, подбор свойств/характеристик материалов заданных пользователем, подбор свойств/материалов наиболее удовлетворяющих заданию/требованиям пользователя)
- Сервисы построения/моделирования (сервисы, использующиеся для построения ответа

на задание пользователя: графики, зависимости, диаграммы, и т.д.)

- Сервисы связности информации (нужны для оптимизации процессов на portalе, определяют связность информации по определенным критериям).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований была предложена методика и средства, которые предлагается использовать при построении portalов инженерных знаний: интеграция онтологической модели, моделей бизнес процессов и описаний элементов на основании формальных теорий. Также была предложена модель, интегрирующая расчетные задачи в информационную модель portalа.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- [Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л., 2010] Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л. Подход к построению интернет-portalа инженерных знаний. // Труды X международной научной конференции имени Т.А. Таран «Интеллектуальный анализ информации». Киев, 2010, С. 53-62
- [Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л., 2011] Глоба Л.С., Новогрудская Р.Л. Систематизация информационных ресурсов Интернет-portalа «Прочность материалов», Вісник Харк. нац. ун-ту імені В. Н. Каразіна, серія "Математичне моделювання. Інформаційні технології. Автоматизовані системи управління". - Вип. 16, № 927, 2011.
- [Андреева О.А. и др., 2006] Андреева О.А., Боровикова О.И., Загоруйко Ю.А. и др. Археологический portal знаний: содержательный доступ к знаниям и информационным ресурсам по археологии // Труды 10-й нац. конф. по искусственному интеллекту с международным участием КИИ'2006. М.: Физматлит, 2006. -Т.3, - С.832–840.
- [Август-Вильгельм Шеер, 2000] Август-Вильгельм Шеер. Бизнес-процессы. Основные понятия. Теория. Методы. Пер с англ. / Август-Вильгельм Шеер. - М.: Вестъ - МетаТехнология, 2000. – 182 с..
- [Александров П. С., 1977] Александров П. С. Введение в теорию множеств и общую топологию. - М., 1977. – 368с.
- [Загоруйко Ю.А. и др., 2007] Загоруйко Ю.А., Боровикова О.И. Технология построения онтологий для portalов знаний по гуманитарным наукам // Труды Всероссийской конференции с международным участием “Знания-Онтологии-Теории” (ЗОНТ-07). Новосибирск, 2007. Т.1, С.191-200.
- [Боровикова О.И. и др., 2002] Боровикова О.И., Загоруйко Ю.А. Организация portalов знаний на основе онтологий. // Труды международного семинара Диалог'2002 “Компьютерная лингвистика

и интеллектуальные технологии”. Протвино, 2002. Т.2, С.76-82.

[Временные нормы расчета на прочность] Временные нормы расчета на прочность силовых элементов магнитных систем ИТЭР. НИИ ЭФА.- М Л: Ин-т маш. АН СССР.- 1990.-73с.

[А. С. Зубченко, 2001] А. С. Зубченко Марочник сталей и сплавов, Издательство "Машиностроение", 2001. – 663с.

[An Architecture for Differentiated Services] An Architecture for Differentiated Services[Электронный ресурс]– Режим доступа: <http://tools.ietf.org/html/rfc2475>

MODELS AND METHODS OF INFORMATIONAL AND COMPUTATIONAL RESOURCES INTEGRATION

Globa L.S., Novogradskaya R.L.

National Technical University of Ukraine

rinan@ukr.net

lgloba@mail.ru

The report presents the approach to solving the informational and computational resources integration into Internet portal of different direction. The possibility of designing the Internet portal in the field of strength of materials for providing meaningful accesses to knowledge and data is described.

INTRODUCTION

The aim of the article is to improve access to the engineering knowledge by the specialized knowledge internet-portal in the strength of materials development. Some tasks to be solved are showed and approaches to their solving are described.

MAIN PART

Structuring and systematization of information is organized with the help of ontology model designing [1], analyses of coherence and cooperation of informational and computational resources is made using set theory and algebra of logic theory and realization of proper sequence of services and data cooperation is realized by portal business processes analyses and modeling.

Structuring and placement on the portal is organized in friendly for the end user way by implementing problem-oriented navigation tools. Information search is organized in such a way that user can specify the request not only by keywords, but in familiar to him terms of subject field.

While constructing the business process models for the Internet portal in the field of strength of materials it is possible to understand the collaboration and cooperation of data and services used in different search requests and calculation tasks realized on the portal. The need of business processes analyses is followed from next requirements:

- Important place is taken to the identification, description and presentation of services (used for different calculation tasks realization) coherence.

- It is necessary to determine binding mechanism of informational and computational resources.

- It is required to identify the sequence of operation initialized on different users request execution.

The formalizing is holding after description of all elements of ontology model using set theory. Here is an example of a formal description of the portal ontology, which sets the framework for the description of engineering knowledge in the subject area. Formally, this ontology is described as

$$O_3 = \{C_{o_3}, A_{o_3}, R_{o_3}, T_{o_3}, F_{o_3}, D_{o_3}\}.$$

It is clear that the ontology of computing tasks is used to determine the structures for computational tasks, but for connection directly computation tasks with the physical layer (information resources, data warehousing and knowledge services) a model, which will play the role of an integrator, is in need.

The process of computing resources in information environment of the portal integration includes the following tasks:

- A description of portal functioning elements;
- A description of the workflow appeared while activation of portal elements;
- A description of the elements coherence.

Calculation tasks model is proposed. It consists of 3 elements: meta-description, algorithm and logical connection. Meta-descriptions are used to describe the calculation tasks and their identification. By giving meta-descriptions the levels of hierarchy can be built for the calculation tasks and it becomes possible to determine which small calculation task to which general calculation task referees. Algorithmization determines the sequence defined by the hierarchy of small calculation tasks in general calculation task. Also algorithmization shows the order of work in the calculation. The logic allows, by describing calculation tasks and their meta-descriptions in the formal way with the help of set theory and logic algebra, to set the rules for computational tasks coherence.

Services that are used while portal construction are also described, there are two types of services: general and specialized. To general services search, browse, display, input data processing, transmission, retrieval, authorization, authentication, connection to internet resources services refers. Various computational tasks services, calculation services, services of selection, building / modeling services, services of information connection are specialized services.

CONCLUSION

In the given document the methodology and facilities for knowledge internet-portal construction were described. The methodology presents integration of ontology model, business processes models and description of elements that are based on formal theories. As well the metamodel of portal calculation tasks was proposed and services for calculation tasks realization were described.